

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-115031

(43)Date of publication of application : 19.04.2002

(51)Int.Cl.

C22C 38/00
C22C 38/58
D21F 5/02
F16C 13/00
F16C 13/02
F16C 19/28
F16C 19/38
F16C 33/34
F16C 33/62

(21)Application number : 2000-310584

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 11.10.2000

(72)Inventor : MAEDA KIKUO

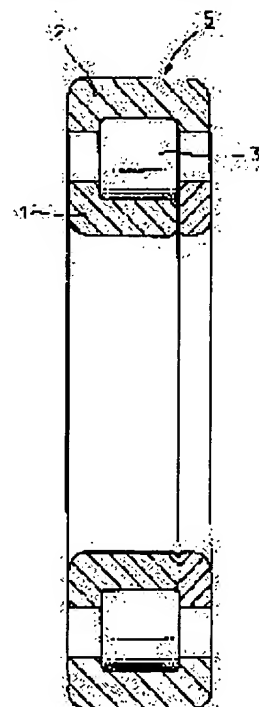
NAKAJIMA HIROKAZU

(54) ROLLING BEARING PARTS, DRIVING DEVICE AND ROLL SUPPORTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide rolling bearing parts in which the dimensional change and the reduction of hardness at a high temperature are prevented, the occurrence of damage started from the surface caused by a low viscous lubricant or the like is prevented, and a long service life can be secured.

SOLUTION: Any of rolling bearing parts 1, 2 and 3 is composed of steel at least containing, as alloy elements, by mass, 0.6 to 1.3% C, 0.3 to 3.0% Si, 0.1 to 3.0% Ni, 1.0 to 2.0% Mn and 0.3 to 5.0% Cr, and when tempering is performed at a tempering temperature of 260 to 350° C, the content of retained austenite in the surface layer is ≥ 10 vol.%.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.02.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] They are the components of anti-friction bearing which has a bearing washer and a rolling element. The components of said anti-friction bearing as an alloy element by mass % 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more The anti-friction-bearing components which consist nickel of steel materials which contain Mn 2.0% or less 1.0% or more 3.0% or less 0.1% or more, and contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and are characterized by the surface amount of retained austenites being more than 10 volume %.

[Claim 2] The anti-friction-bearing component according to claim 1 characterized by 1.0% or less 0.05% or more of V, and the thing of 0.05% or more less than 0.25% of Mo for which either was added at least by mass % as an alloy element at said steel materials.

[Claim 3] The driving gear characterized by using an anti-friction-bearing component according to claim 1 or 2.

[Claim 4] In the roll means for supporting of the paper machine supported for a roll in housing by double row roller bearing, enabling free rotation the components of said double row roller bearing as an alloy element by mass % 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more Roll means for supporting of a paper machine which consist nickel of steel materials which contain Mn 2.0% or less 1.0% or more 3.0% or less 0.1% or more, and contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and are characterized by the surface amount of retained austenites being more than 10 volume %.

[Claim 5] Said rolls are roll means for supporting of a paper machine according to claim 4 characterized by being a dryer roll.

[Claim 6] Roll means for supporting of a paper machine according to claim 4 characterized by said double row roller bearing being self-aligning roller bearing.

[Claim 7] In the roll means for supporting of the rolling facility supported for a roll in housing by double row roller bearing, enabling free rotation the components of double row roller bearing as an alloy element by mass % 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more Roll means for supporting of the rolling facility which consists nickel of steel materials which contain Mn 2.0% or less 1.0% or more 3.0% or less 0.1% or more, and contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and is characterized by the surface amount of retained austenites being more than 10 volume %.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] About anti-friction bearing, a driving gear, and roll means for supporting, it is easy to mix a foreign matter like transmission or a reducer, and use ambient temperature of this invention is also high, and, specifically, it relates to anti-friction bearing used for an application also with severe lubrication conditions, the driving gear using it, and roll means for supporting.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, by the automobile or the industrial machine, it is in high promotion of efficiency and the opportunity accelerated and miniaturized about a drive system for energy saving or protection of earth environment. For this reason, the power transmission device and support device which constitute this are increasingly used more on condition that an elevated temperature, a high speed, and the Takani pile. For this reason, the operating environment of anti-friction bearing which is the primary member of a support device is also an elevated temperature, a high speed, and the Takani pile. For energy loss reduction, lubricant becomes hypoviscosity more, metallic contact starts during use and a surface damage is furthermore easy to come for anti-friction bearing out of it. Moreover, degradation of a lubricating oil, mixing of wear powder, etc. start by prolonged maintenance-free-ization, and the operating environment has been still severer conditions for bearing. Therefore, the engine performance which cannot carry out the life fall of others and foreign matter mixing or thin lubrication easily is demanded of bearing. [engine performance / which does not carry out a life fall at an elevated temperature]

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] At an operating environment which was mentioned above, by the usual bearing made from bearing steel, the dimensional change in an elevated temperature arises and a function cannot be secured. There is temper ***** in enabling it to use it at an elevated temperature at an elevated temperature further, it rolls by degree-of-hardness fall in this case, and a life falls. It is easy to be generated like a low degree of hardness, and surface damages produced as a result of the exfoliation from the indentation by foreign matter **** lump and the lubricating oil film becoming thin furthermore, such as peeling and smearing, cannot secure the engine performance of bearing.

[0004] So, the purpose of this invention is to offer the driving gear and roll means for supporting using the anti-friction-bearing components and it which can secure a long endurance life under the conditions which the surface origin mold damage by foreign matter ***** and the lack of the lubricating oil film under the above high temperature services tends to produce.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The anti-friction-bearing components of this invention are components of anti-friction bearing which has a bearing washer and a rolling element, and are mass % as an alloy element. 3.0% or less 0.3% or more, Si (silicon) 1.3% or less 0.6% or more for C (carbon) nickel (nickel) is consisted of steel materials which contain Mn (manganese) 2.0% or less 1.0% or more 3.0%

or less 0.1% or more, and contain Cr (chromium) at least at 5.0% or less 0.3% or more, and it is characterized by the surface amount of retained austenites being more than 10 volume %.

[0006] With the anti-friction-bearing components of this invention, since it has the above-mentioned presentation, the surface amount of retained austenites can be made 10% or more by annealing at 230-degree-C or more temperature of 350 degrees C or less. Since this retained austenite is elasticity, it works as a buffer which prevents the stress concentration when biting a foreign matter. Thereby, since the stress concentration under foreign matter mixing lubrication conditions can be controlled, it excels in a rolling fatigue property and surface-damage-proof nature in a severe condition which also mix a foreign matter at an elevated temperature, and it can excel in an endurance life and reliable anti-friction-bearing components can be obtained.

[0007] The surface amount of retained austenites was carried out to more than 10 volume % because under 10 volume % was not enough as the effectiveness as a buffer at the time of biting the foreign matter mentioned above. In addition, if the surface amount of retained austenites exceeds 20 volume %, since the problem of the precision fall by decomposition of the austenite in the time of elevated-temperature use will become remarkable, it is desirable that it is below 20 volume %.

[0008] Hereafter, the reason for limitation of the chemical entity of anti-friction bearing of this invention is explained.

(1) In order that C might secure reinforcement as anti-friction bearing about the content (1.3% or less 0.6% or more) of C, it was an indispensable element, and since it was necessary to contain 0.6% or more in order to maintain predetermined temper, the minimum of C content was made into 0.6%. Moreover, since large-sized carbide generated and a rolling fatigue life fell when C content contains exceeding 1.3%, the upper limit of C content was made into 1.3%.

[0009] (2) It is because there is an operation which Si controls softening at the time of being exposed to an elevated temperature, and improves thermal resistance to have made the amount of Si contain 3.0% or less 0.3% or more about the content (3.0% or less 0.3% or more) of Si. At less than 0.3%, since the effectiveness was not acquired, the minimum of Si content was made into 0.3%. Moreover, although thermal resistance improved with the increment in the amount of Si, since the effectiveness was saturated and hot-working nature and machinability fell remarkably even if it made it contain so much exceeding 3.0%, the upper limit of Si content was made into 3.0%.

[0010] (3) About the content (3.0% or less 0.1% or more) of nickel, while dissolving in steel and strengthening a matrix, when especially components are used under an elevated temperature, nickel controls the change of an organization in a rolling fatigue process, and also controls the fall of the hardness in a pyrosphere. Therefore, nickel has the effectiveness of raising the rolling fatigue property and surface-damage-proof nature under hot environments. Since nickel needed to be made to contain 0.1% or more in order to acquire such effectiveness, the minimum of nickel content was made into 0.1%. However, since a lot of retained austenites were generated at the time of quenching treatment, it becomes impossible to have obtained predetermined hardness and steel-materials cost also became expensive when nickel was made to contain exceeding 3.0%, the upper limit of nickel content was made into 3.0%.

[0011] (4) Mn improves the hardenability of steel materials about Mn content (2.0% or less 1.0% or more), dissolve in steel, and carry out toughening of the steel. Moreover, even if it makes an austenite stability at an elevated temperature and performs elevated-temperature annealing, in order to make it an austenite remain while making [many] retained austenite with nickel, the way of Mn with many amounts is advantageous also to a raise in toughness, and reinforcement. However, if there is too much Mn, it will bar lathe-turning nature and machinability, in order to strengthen a ferrite. Then, the minimum of Mn content was made and the upper limit was made into 2.0% 1.0%.

[0012] (5) Cr forms carbide about Cr content (5.0% or less 0.3% or more), and strengthen steel. The minimum of Cr content was made into 0.3% for acquiring such effectiveness. The upper limit of Cr content was limited to 5.0% for preventing embrittlement by generation of large-sized carbide. It is clear that Cr also raises a rolling life property.

[0013] Although it can be made the quality of the material which also stabilized retained austenite and

was excellent also in the rolling life while surface softening is prevented and surface-damage-proof reinforcement improves in an operation of these alloy contents, even if a big temperature rise arises locally in a skid etc., much more improvement in a property can be aimed at by V (vanadium) of the amount of further the following, or addition of Mo (molybdenum).

[0014] In the above-mentioned anti-friction-bearing components, preferably, it is mass % as an alloy element, and is characterized by 1.0% or less 0.05% or more of V, and the thing of 0.05% or more less than 0.25% of Mo for which either was added at least at steel materials.

[0015] Thereby, a rolling fatigue property and surface-damage-proof nature can be raised further.

(6) About V and Mo content (1.0% or less 0.05% or more, less than 0.25% 0.05% or more), independent by a unit of less than 0.25% or having or more 0.05 made it contain by compound depends V 0.05% or more, and it depends Mo on the following reasons 1.0% or less. V combines with carbon, deposits detailed carbide, and it controls softening in an elevated temperature while it makes crystal grain detailed and improves reinforcement and toughness. Therefore, V has the effectiveness of raising the rolling fatigue property and surface-damage-proof nature under hot environments, like nickel mentioned above. In order to acquire this effectiveness, the minimum of V content was made into 0.05%. The upper limit was limited to 1.0% because machinability and hot-working nature would fall, if V was made to contain so much exceeding 1.0%.

[0016] Mo prevents tempering brittleness and also controls softening by the pyrosphere further while it improves the hardenability of steel. Therefore, it has the effectiveness that Mo also raises the rolling fatigue property and surface-damage-proof nature under hot environments. In order to acquire this effectiveness, the minimum of Mo content was made into 0.05%. Since machinability fell and steel-materials cost also went up when Mo content was made 0.25% or more, the upper limit was limited to less than 0.25%.

[0017] In order to prevent the dimensional change in the use under hot environments by work of each alloy element mentioned above, even if hot tempering processing is performed beforehand, more than 10 volume % is [58 or more HRC(s) and the amount of retained austenites of the surface section] securable in the Rockwell hardness by surface hardness. Thereby, surface-damage generating lives, such as said rolling life (a clarification oil lubrication life and foreign matter mixing life), and peeling, smearing, can be improved.

[0018] In addition, after forming a carbonitriding layer in the surface of such bearing, the bearing of an elevated-temperature specification can be further obtained also by carrying out artificial tempering which secures the amount of retained austenites of this carbonitriding layer more than 10 volume %.

[0019] That is, if the nitrogen content of a surface layer is raised by carbonitriding processing, the Ms point (martensitic transformation initiation temperature) of a surface layer will become low, and if this is quenched, many austenites which are not metamorphosed into a surface layer will remain. Retained austenite has high toughness and a work-hardening property, and serves to suppress crack initiation and progress. Moreover, since a martensitic transformation is overdue and starts rather than the interior, compressive residual stress is formed in a surface layer, and the fatigue strength of the surface layer to which the Ms point fell of a surface layer improves. The field upon which nitrogen trespassed can raise tempering temperature from the case where he has no carbonitriding, as a result of temper resistance nature's (hardness's by temper and stability's over change of a microstructure) improving further, and a rolling life, peeling reinforcement, and its smearing-proof property also improve further while it is made to the specification which can be further used at an elevated temperature.

[0020] Furthermore, by giving artificial tempering which carries out the amount of retained austenites of a carbonitriding layer to more than 10 volume %, high toughness can be given to a surface layer, crack initiation and progress can be suppressed, and it can be made the bearing equipped with the elevated-temperature specification from the endurance life.

[0021] The driving gear of this invention is characterized by using the above-mentioned anti-friction-bearing components. Thereby, the driving gear excellent in the rolling life and the surface-damage generating life can be obtained.

[0022] In the roll means for supporting of the paper machine which supports the roll means for

supporting of the paper machine of this invention for a roll in housing by double row roller bearing, enabling free rotation, the components of double row roller bearing are mass %s as an alloy element. 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more nickel is consisted of steel materials which contain Mn 2.0% or less 1.0% or more 3.0% or less 0.1% or more, and contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and it is characterized by the surface amount of retained austenites being more than 10 volume %.

[0023] According to the roll means for supporting of the paper machine of this invention, since it has the presentation and configuration as the above of double row roller bearing with the same components, the surface amount of retained austenites can be carried out more than 10 volume % by annealing by making tempering temperature into 230 degrees C or more 350 degrees C or less. Thereby, surface-damage generating lives, such as a rolling life and peeling, and smearing, can be improved. For this reason, even when water permeates into bearing and the lubricating oil film becomes thin by being used in the environment using water, a good peeling-proof property and a smearing-proof property can be acquired, and suppose that it is long lasting.

[0024] In the roll means for supporting of the above-mentioned paper machine, a roll is a dryer roll preferably.

[0025] Also in the dryer roll with which water tends to permeate by this, a good rolling life and a surface-damage generating life can be acquired.

[0026] In the roll means for supporting of the above-mentioned paper machine, double row roller bearing is self-aligning roller bearing preferably.

[0027] Since this self-aligning roller bearing is comparatively used by the low speed and large load in many cases, and it becomes empty, it is a lifting and bearing out of which slipping in the interior and relative slipping within a contact ellipse happen, and wear and a surface damage tend to come about an oil film piece, and it is suitable to use the bearing parts of this invention.

[0028] In the roll means for supporting of the rolling facility which supports the roll means for supporting of a rolling facility of this invention for a roll to HAUJIN by double row roller bearing, enabling free rotation, the components of double row roller bearing are mass %s as an alloy element. 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more nickel is consisted of steel materials which contain Mn 2.0% or less 1.0% or more 3.0% or less 0.1% or more, and contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and it is characterized by the surface amount of retained austenites being more than 10 volume %.

[0029] According to the roll means for supporting of a rolling facility of this invention, since it has the presentation and configuration as the above of double row roller bearing with the same components, the surface amount of retained austenites can be carried out more than 10 volume % by annealing by making tempering temperature into 230 degrees C or more 350 degrees C or less. Thereby, surface-damage generating lives, such as a rolling life and peeling, and smearing, can be improved. For this reason, even when water permeates into bearing and the lubricating oil film becomes thin by being used in the environment using water, a good peeling-proof property and a smearing-proof property can be acquired, and suppose that it is long lasting.

[0030]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained based on drawing.

[0031] Drawing 1 is the sectional view showing roughly the configuration of anti-friction bearing in the gestalt of 1 operation of this invention. With reference to drawing 1, anti-friction bearing 5 mainly has the inner ring of spiral wound gasket 1, the outer ring of spiral wound gasket 2, and the rolling element 3. The rolling element 3 is supported possible [rolling] between the inner ring of spiral wound gasket 1 and the outer ring of spiral wound gasket 2.

[0032] Among these the components of a ring 1, an outer ring of spiral wound gasket 2, and at least one anti-friction bearing 5 of a rolling element 3 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more by mass % as an alloy element 2.0% or less 1.0% or more, for nickel Mn 3.0% or less 0.1% or more It consists of steel materials which contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and when it anneals by making tempering temperature into 230 degrees C or more 350 degrees C or less, it has the

retained austenite more than 10 volume % on a surface.

[0033] Moreover, to steel materials, at least one of an inner ring of spiral wound gasket 1, an outer ring of spiral wound gasket 2, and the rolling elements 3 is mass % as an alloy element further, and its thing of 1.0% or less 0.05% or more of V, and 0.05% or more less than 0.25% of Mo for which either is added at least is desirable.

[0034] At less than 58 HRC, precision degradation by a life fall or presentation deformation tends to break out for the application which requires a big load. However, since at least one of the inner ring of spiral wound gasket 1 in the gestalt of this operation, an outer ring of spiral wound gasket 2, and the rolling elements 3 has 58 or more HRC(s) in the Rockwell hardness by surface hardness by the above-mentioned presentation and processing, it can produce neither such a life fall nor precision degradation easily.

[0035] Moreover, the anti-friction bearing 5 of the gestalt of this operation may be used for the equipment (a driving gear is called hereafter) driven with a gearing like the transmission 10 of a manual type shown in drawing 2.

[0036] With reference to drawing 2, the anti-friction bearing 5 of the gestalt of this operation is used for support of an input shaft 11, a main shaft 12, the pilot shaft 13, and a counter shaft 14.

[0037] In addition, this anti-friction bearing 5 may be any of a cylindrical roller bearing, a needle bearing, or a tapered roller bearing. Moreover, a driving gear may not be limited to the above-mentioned transmission, but may be a reducer etc., and if use ambient temperature is also used for a high application also with severe lubrication conditions that it is easy to mix a foreign matter, it is suitable for adoption of anti-friction bearing of the gestalt of this operation.

[0038] Moreover, anti-friction bearing of the gestalt of this operation is also applicable to the double row roller bearing in the roll means for supporting of a paper machine, the double row roller bearing in the roll means for supporting of a rolling facility, etc. Hereafter, the case where it applies to those double row roller bearing is explained.

[0039] Drawing 3 is drawing which illustrates the structure model of the four-step hot rolling mill at the time of applying anti-friction bearing in the gestalt of 1 operation of this invention to double row roller bearing. With reference to drawing 3, this four-step hot rolling mill forms the finishing strand of a hot strip mill, and rolls out a work piece W with one pair of comparatively small work rolls 21 of a diameter (two or more sets are installed along hot rolling Rhine), and the comparatively big back up roll 22 of a diameter is arranged up and down, and it has the structure of preventing that bending by the rolling load Fw to a work roll 21. Thrust Fr is given to the back up roll 22 with the pressurizers 23, such as a hydraulic power unit. Moreover, the pressurizers 24, such as a hydraulic power unit, are infixed between the up-and-down work rolls 21, and thrust is given with this pressurizer 24. Thick control of the cross direction of a work roll 21 and a work piece W is performed by giving bending deformation to a work roll 21 by this thrust. The axis end sections 21a and 22a of each rolls 21 and 22 are supported free [rotation] to housing 27 and 28 by the double row roller bearing 25 and 26, respectively, and housing 27 and 28 is supported by the rolling stand S, respectively.

[0040] With this operation gestalt, 4 train circular-cone roller bearing is used as double row roller bearing 25 which supports axis end section 21a of a work roll 21, and 4 train cylindrical roller bearing is used as double row roller bearing 26 which supports axis end section 22a of the back up roll 22.

Moreover, in order to support the comparatively small axial load which acts on the back up roll 22, comparatively big 2 train circular-cone roller bearing 29 of a cone angle is arranged in the side of 4 train cylindrical roller bearing 26 of one axis end section 22a.

[0041] The components at the time of the above-mentioned double row roller bearing 25 and 26 or 2 train circular-cone roller bearing 29 etc. 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more by mass % as an alloy element It has 10% or more of retained austenite on the surface by consisting nickel of steel materials which contain Mn 2.0% or less 1.0% or more 3.0% or less 0.1% or more, and contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and annealing by making tempering temperature into 230 degrees C or more 350 degrees C or less.

[0042] Drawing 4 and drawing 5 are the fragmentary sectional views expanding and showing the

sectional view and bearing which show the configuration of the dryer roll of the paper machine at the time of applying anti-friction bearing in the gestalt of 1 operation of this invention to double row roller bearing.

[0043] With reference to drawing 4 , a dryer roll consists of a cylinder-like roll drum section 31 and one pair of roll neck sections 33 and 34 which have the end plate 32 which seals the both ends of the roll drum section 31, and each roll neck sections 33 and 34 are supported free [rotation] by the self-aligning roller bearing 35 of a double row. The steamy installation tubing 36 for carrying out internal heating of the dryer roll is piped through one roll neck section 33 at the core of this roll drum section 31. The water which the steam which many holes 37 were formed in steamy installation tubing, blew off from these holes 37, and heated the roll drum section 31 condensed is pumped up by the pumping vehicle 38, and is discharged outside with the drain pipe 39 which the roll neck section 33 let pass.

[0044] With reference to drawing 5 , self-aligning roller bearing 35 has 44 at the slack type time of the double row held free [rolling] by the cage 45 between the inner ring of spiral wound gasket 41 which has the orbit 40 of a double row in a peripheral face, the outer ring of spiral wound gasket 43 which has the spherical-surface orbit 42 in inner skin, and an inner ring of spiral wound gasket 41 and an outer ring of spiral wound gasket 43. Fitting of the outer ring of spiral wound gasket 43 is carried out to the inner skin of housing 46, and the inner circumference side is used as a taper hole, and fitting of the inner ring of spiral wound gasket 41 is carried out to the roll neck section 33 through the taper sleeve 47. This taper sleeve 47 is fixing shaft orientations with the nut 48. Bearing by the side of the roll neck section 34 also has same composition.

[0045] At the inner ring of spiral wound gasket 41 of this self-aligning roller bearing 35, an outer ring of spiral wound gasket 43, and the time, components, such as 44 3.0% or less 0.3% or more, for C Si 1.3% or less 0.6% or more by mass % as an alloy element 2.0% or less 1.0% or more, for nickel Mn 3.0% or less 0.1% or more It has the retained austenite more than 10 volume % on the surface by consisting of steel materials which contain Cr at least at 5.0% or less 0.3% or more, and annealing by making tempering temperature into 230 degrees C or more 350 degrees C or less.

[0046]

[Example] An example and the example of a comparison are explained below.

(Examples 1-9) The rolling life which performed the below-mentioned hardening tempering processing, peeling, and the test piece for smearing on-the-strength evaluation (example 1- in Table 1 6 and 9) were prepared by being made from the steel which has seven kinds of chemical entities shown in Table 1. Moreover, the test piece (examples 7 and 8 in Table 1) which performed carbonitriding processing was also prepared for the steel materials shown in examples 1 and 3.

[0047]

[Table 1]

サンプル	化学成分 (質量%)							浸炭窒化
	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Mo	
実施例 1	1.2	1.0	1.5	1.5	0.8		0.2	なし
実施例 2	0.8	0.5	1.7	1.4	1.5	0.8		
実施例 3	1.2	1.2	1.1	2.5	2.5			
実施例 4	1.1	1.5	1.1	1.2	1.5			
実施例 5	1.2	1.0	1.4	1.6	0.8	0.9		
実施例 6	1.1	1.0	1.4	1.5	1.2		0.2	
実施例 7	1.2	1.0	1.5	1.5	0.8		0.2	あり
実施例 8	1.2	1.2	1.1	2.5	2.5			
実施例 9	1.2	1.0	1.3	1.5	0.8	1.2		なし
比較例 1	1.0	0.2	0.5	1.5				なし
比較例 2	1.0	0.5	1.0	1.0				
比較例 3	1.0	1.0	0.5	1.5				
比較例 4	1.0	1.0	0.5	2.0			0.5	
比較例 5	1.0	0.2	0.5	1.5				あり
比較例 6	1.0	1.0	0.5	1.5				
比較例 7	1.0	1.0	0.5	2.0			0.5	
比較例 8	0.5	1.0	1.5	1.5	0.8			なし
比較例 9	1.4	1.0	1.5	1.5	2.9			
比較例 10	1.0	0.8	1.1	0.9	3.5			
比較例 11	1.1	0.9	1.3	0.2	0.5			
比較例 12	1.0	1.0	1.3	5.5	0.8			

[0048] After heating the test piece which does not carbonitride at 800 degrees C - 850 degrees C, it is tempered into an oil, surface hardness is 58 or more HRC(s), and it is annealed so that the surface amount of retained austenites may become more than 10 volume %. In some the examples, heating before hardening was performed in the carburization nature ambient atmosphere where ammonia gas was added, and carbonitriding processing was also performed. Also with what performed carbonitriding processing, annealing which secures the surface amount of retained austenites more than 10 volume % was performed.

(Examples 1-12 of a comparison) The test piece (examples 1-4 of a comparison in Table 1) which carried out hardening tempering processing of the steel which has two kinds of chemical entities which separate from high-carbon-chromium bearing steel SUJ2 and SUJ3 and the chemical entity range of this application was prepared. Moreover, the test piece (examples 5-7 of a comparison in Table 1) which performed carbonitriding processing was also prepared for some steel materials containing SUJ2 shown in the examples 1-4 of a comparison. The test piece (examples 8-12 of a comparison in Table 1) which carried out hardening tempering processing of the steel which has five kinds of chemical entities which furthermore separate from the chemical entity presentation of this application was also prepared.

[0049] About the test piece sample of the above-mentioned example and the example of a comparison, rolling life test (high planar pressure conditions and elevated-temperature + foreign matter mixing

conditions), the peeling trial; and the smearing trial were carried out.

[0050] The outline of each trial and the result are as follows.

(1) Rolling life test rolling life tests of high planar pressure were the conditions of high planar pressure and a heavy load rate, tired the sample accelerative and were evaluated. It examined by the following test conditions. Measurement size N was set to 10 and this trial estimated fatigue strength from L10 life (count of a load which can be used without damaging 90% of a sample).

[0051]

- test piece dimension : the outer diameter of 12mm, and die length of 22mm and a partner -- a shot -- dimension : The diameter of 19.05mm, contact stress Pmax:5.88GPa, and load rate : A test result is shown in Table 2 by /46240 times.

[0052]

[Table 2]

サンプル	浸炭窒化	焼戻し温度 (℃)	残留 オースサイト (%)	転動疲労試験 L10寿命 (回×10 ⁴)	異物混入試験 L10寿命 (時間)	高温(200℃) 転動寿命比	ピーリング 発生面積率 (%)	スミアリング 発生速度比 (-)
実施例1	なし	300	13.2	72900	50	2.1	1.3	1.4
実施例2	なし	300	17.3	70300	69	2.5	2.2	1.5
実施例3	なし	300	16.0	79900	62	2.8	1.4	1.4
実施例4	なし	300	11.1	83000	60	2.4	1.2	1.4
実施例5	なし	300	13.3	81500	75	2.6	1.9	1.4
実施例6	なし	300	14.0	73300	77	2.5	1.2	1.4
実施例7	あり	350	14.7	88200	98	2.9	1.0	1.6
実施例8	あり	350	11.5	83600	102	2.7	1.0	1.6
実施例9	なし	300	13.1	88600	60	2.7	2.5	1.5
比較例1	なし	180	7.8	7800	25	1.0	8.0	1.0
		300	0.0	3200	9	0.5	16.5	0.7
比較例2	なし	180	9.5	15300	28	1.5	5.9	1.1
		300	0.0	12300	22	0.6	3.7	0.8
比較例3	なし	180	10.2	11200	45	1.1	8.2	1.1
		300	2.0	7400	15	0.7	12.5	0.8
比較例4	なし	180	8.0	10600	38	1.0	4.6	1.1
比較例5	あり	180	25.5	12300	48	1.7	5.5	1.1
比較例6	あり	180	27.2	17600	55	1.9	4.5	1.2
比較例7	あり	180	20.7	15900	62	2.2	3.2	1.2
比較例8	なし	300	7.5	23800	15	1.3	9.1	1.0
比較例9	なし	300	12.5	79800	39	3.0	13.0	1.5
比較例10	なし	300	18.0	62300	51	2.8	3.5	1.3
比較例11	なし	300	11.1	43800	20	1.3	13.0	1.0
比較例12	なし	300	12.9	57200	18	2.7	19.0	1.5

[0053] The example of a comparison performs annealing of same a maximum of 300 degrees C as what carried out temper at usual 180 degrees C, and an example. The result of Table 2 shows that a life falls remarkably in 300-degree-C tempered article of the example of a comparison. A life is longer than the examples 1-4 of a comparison which carried out temper also of what carried out temper at 300 degrees C by the example on the other hand at 180 degrees C, and the examples 5-7 of a comparison which carried

out temper at 180 degrees C after carbonitriding processing, and made retained austenite 20% or more. Carrying out carbonitriding processing, the examples 7 and 8 which secured 10% or more of retained austenite tend to become still longer lasting irrespective of 350-degree C annealing. Although the example 9 of a comparison shows a longevity life equivalent to an example, it is high carbon material, and since many big carbide deposits, difficulty is in workability, the below-mentioned foreign matter mixing life, and a peeling life. The example 8 of a comparison from which it separates in a low carbon side rather than the presentation range of this application is a short life.

(2) The test piece of the foreign matter mixing trial heavy-gage plate in an elevated temperature investigated the foreign matter mixing life on condition that the following.

[0054]

- Monotonous : An outer diameter ϕ 52, thickness t25 (mm)
- Partner : 1 / 4 ceramic balls (three pieces)
- contact planar pressure: -- 6.5GPa and rotational-speed: -- 2000rpm (it is 3000cpm at a load rate)
- Lubrication : Si oil system heatproof oil, an oil bath, 25 cc and a foreign matter : A degree of hardness HV 800, the size of 30-50 micrometers, the amount of 0.01g and temperature : 200-degree-C test result is collectively shown in Table 2.

[0055] The result of the elevated-temperature rolling life ratio of Table 2 is expressed with the ratio to the life of SUJ2 reference standard. This result shows that the toughness over a foreign matter of the example of a comparison is lost, and it is a short life since reinforcement falls at an elevated temperature and retained austenite is lost. Moreover, when carbonitriding processing is performed to the example of a comparison, the life is prolonged, but this performs 180-degree-C temper, and at an elevated temperature, since a dimensional change becomes large, this specification cannot be used. an example -- each -- the more than twice of the example of a comparison -- it is long lasting. The thing (examples 2 and 3) especially with many amounts of retained austenites is long lasting.

[0056] The carbonitriding article of an example shows the about 3 times as many life of the example of a comparison as this irrespective of carrying out artificial tempering.

[0057] Although the examples 9, 10, and 12 of a comparison show the longevity life, this is high C, high nickel, and the effect of high Cr. These cause the rise of cost, and aggravation of workability and especially high C and high Cr steel have difficulty in the below-mentioned peeling reinforcement.

(3) The foreign matter mixing life was investigated on condition that the following using the tapered roller bearing 30206 of the foreign matter mixing trial following in bearing.

[0058]

- Bearing : 30206, a bore ϕ 30, an outer diameter ϕ 62, bearing-width 17.25 and a load : 17.64kN and the number of rotations: 2000rpm and lubrication : Turbine oil, oil bath oil supply, oil quantity, about 25 cc and a foreign matter : A degree of hardness HV 800, the size of 100-180 micrometers, amount 0.4 g/L and temperature : 60-degree-C test result is collectively shown all over Table 2.

[0059] The result of Table 2 shows that the thing of an example has a life of 3 times or more compared with the example 1 (SUJ2) of a comparison. Moreover, although high C and the examples 9 and 10 of a comparison of high nickel are long lasting also in the example of a comparison, these have difficulty in workability.

[0060] In addition, although the tapered roller bearing is used in this experiment, it is presumed easily that effectiveness with the same said of a ball bearing or a cylindrical roller bearing is seen.

(4) A peeling trial peeling trial uses as a driving shaft the test piece of the shape of a ring which has loose curvature in a body, attaches a follower shaft parallel to this driving shaft, presses the cylinder side of both test pieces mutually, and rolls it. The dimension of each test piece is made into the diameter of 40mm, height of 12mm, and the subradius of curvature of 60mm of a body, and grinding finishing and the cylinder side of a follower shaft side test piece are considered for the cylinder side of a driving shaft side test piece as mirror plane finishing at the granularity of Rmax3micrometer. Peeling reinforcement is estimated by the rate of peeling generating area of the follower shaft side test piece cylinder side at the time of test termination. This peeling trial was performed by the following test conditions.

[0061] In addition, the thing of a sample of the same kind was used for both the test pieces by the side of

a driving shaft and a follower shaft as a pair.

[0062]

- The maximum surface roughness of a test piece : 3.0 micrometers (driving shaft side), 0.2 micrometers (follower shaft side)

- Contact planar pressure P_{max} : 2.3GPa and lubricating oil : Turbine oil VG46 and driving shaft rotational speed : 2000rpm and the total rotational frequency : A test result is combined all over Table 2 4.8x10⁵ times, and it is shown.

[0063] As for each test piece of an example, the result of Table 2 shows that the rate of peeling generating area shows the peeling reinforcement which is less than [the base of 2%, or it], and was excellent. On the other hand, each test piece of the example of a comparison has a big rate of peeling generating area of 3 times or more of an example in the standard heat treatment article. Although peeling reinforcement of the thing of the example of a comparison is improving by carbonitriding, he has no carbonitriding of an example. Moreover, in the examples 9 and 12 of a comparison, since it is easy to come under high C and the effect of high Cr out of big carbide, these become a source of stress concentration and reinforcement is falling rather to local minute crack initiation like peeling.

[0064] In addition, in the example 9, since it is easy to come under the effect of Quantity V out of big carbide, the rate of peeling generating area becomes somewhat high.

(5) A smearing trial smearing trial rolls similarly two ring specimens of the same configuration as a peeling trial using the same equipment as a peeling trial. In this trial, the rotation drive of the follower shaft is carried out with constant speed, and it differs from a peeling trial in that it accelerates a driving shaft gradually from a follower shaft and uniform rotation. Moreover, it differs from a peeling trial in that the same surface roughness R_{max} 3micrometer as a driving shaft side test piece is made to the cylinder side of a follower shaft side test piece. Smearing reinforcement is estimated by the velocity ratio of the driving shaft at the time of smearing occurring in the cylinder side of a test piece, and a follower shaft. The smearing trial was performed by the following test conditions. In addition, the test piece of the pair which slides was made into the thing of a sample of the same kind also in this trial.

[0065]

- The maximum surface roughness of a test piece : 3.0 micrometer and contact planar pressure P_{max} : 2.1GPa and lubricating oil : Turbine oil VG46 and driving shaft rotational speed : From 200rpm to by [100rpm] accelerating / follower shaft rotational speed : A 200rpm fixed test result is collectively shown in Table 2.

[0066] The result of Table 2 shows that, as for the test piece of an example, smearing generates neither to the big velocity ratio of 1.3 times or more to the example 1 of a comparison. On the other hand, if artificial tempering of each test piece of the example of a comparison is carried out, smearing will have generated it in about 70% of speed difference of an example. Moreover, although smearing-proof reinforcement will improve a little if it carbonitrides for the example of a comparison, it is still less than an example.

[0067] Neither peeling nor smearing can produce each test piece of an example easily, and each above test result shows the outstanding rolling fatigue property being shown and having the engine performance suitable for the application which runs short of the rolling components accompanied by the skid and tangential force which a surface damage tends to produce, and lubricating oils.

[0068] It should be thought that the gestalt and example of operation which were indicated this time are [no] instantiation at points, and restrictive. The range of this invention is shown by the above-mentioned not explanation but claim, and it is meant that all modification in a claim, equal semantics, and within the limits is included.

[0069]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, in anti-friction bearing used under the conditions which the surface origin mold damage by foreign matter ***** and the lack of lubrication under a high temperature service tends to produce, a longevity life can be secured and the dependability of machine elements, such as transmission, a reducer, a paper machine, and a rolling mill, can be improved.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-115031

(P2002-115031A)

(43) 公開日 平成14年4月19日 (2002.4.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デフォルト* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z 3 J 1 0 1
38/58		38/58	3 J 1 0 3
D 2 1 F 5/02		D 2 1 F 5/02	4 L 0 5 5
F 1 6 C 13/00		F 1 6 C 13/00	E
			A
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-310584(P2000-310584)

(22) 出願日 平成12年10月11日 (2000.10.11)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 前田 喜久男

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(72) 発明者 中島 碩一

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外3名)

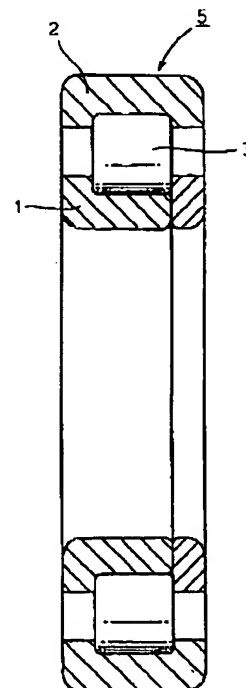
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 転がり軸受部品、駆動装置およびロール支持装置

(57) 【要約】

【課題】 高温での寸法変化や硬度低下を防ぐとともに、異物混入、低粘度油潤滑などによる表面起点型損傷発生を防いで、長い耐久寿命を確保できる転がり軸受部品を提供する。

【解決手段】 転がり軸受部品1、2、3のいずれかは、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、焼戻し温度を260℃以上350℃以下として焼戻しを行なったときに表層の残留オーステナイト量が10体積%以上である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 軌道輪および転動体を有する転がり軸受の部品であって、前記転がり軸受の部品が、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、表層の残留オーステナイト量が10体積%以上であることを特徴とする、転がり軸受部品。

【請求項2】 前記鋼材に、合金元素として質量%で、0.05%以上1.0%以下のVおよび0.05%以上0.25%未満のMoの少なくともいずれかを添加したことを特徴とする、請求項1に記載の転がり軸受部品。

【請求項3】 請求項1または2に記載の転がり軸受部品を用いたことを特徴とする、駆動装置。

【請求項4】 複列ころ軸受によりハウジングにロールを回転自在に支持する抄紙機のロール支持装置において、前記複列ころ軸受の部品が、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、表層の残留オーステナイト量が10体積%以上であることを特徴とする、抄紙機のロール支持装置。

【請求項5】 前記ロールはドライヤロールであることを特徴とする、請求項4に記載の抄紙機のロール支持装置。

【請求項6】 前記複列ころ軸受が自動調心ころ軸受であることを特徴とする、請求項4に記載の抄紙機のロール支持装置。

【請求項7】 複列ころ軸受によりハウジングにロールを回転自在に支持する圧延設備のロール支持装置において、複列ころ軸受の部品が、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、表層の残留オーステナイト量が10体積%以上であることを特徴とする、圧延設備のロール支持装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、転がり軸受、駆動装置およびロール支持装置に関し、具体的には、トランスミッションや減速機のような異物が混入しやすく、使用雰囲気温度も高く、潤滑条件も厳しい用途に用いられる転がり軸受およびそれを用いた駆動装置およびロール支持装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車や産業機械では省エネルギ

や地球環境の保護のため、駆動系を高能率化、高速化、コンパクト化する機運にある。このため、これを構成する動力伝達機構、支持機構はより高温、高速、高荷重の条件で使用されるようになってきている。このため、支持機構の主要部材である転がり軸受の使用環境も高温、高速、高荷重になっている。さらにエネルギーロス低減のため、潤滑剤はより低粘度になり、転がり軸受にとっては使用中に金属接触がおこり表面損傷が出易くなっている。また、長期間のメンテナンスフリー化で潤滑油の劣化や摩耗粉の混入などがおこり、使用環境は軸受にとって一層厳しい条件となっている。したがって、軸受には、高温で寿命低下しない性能のほか、異物混入や希薄潤滑でも寿命低下し難い性能が要求されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述したような使用環境では、通常の軸受鋼製軸受では、高温での寸法変化が生じ機能が確保できない。高温で使用できるようにするには更に高温で焼戻す必要があり、この場合には硬度低下により転がり寿命が低下する。さらに異物噛み込みによる圧痕からの剥離や潤滑油膜が薄くなる結果生じるピーリングやスミアリング等の表面損傷は低硬度ほど生じやすく、軸受の性能を確保することができない。

【0004】それゆえ本発明の目的は、上記のような高温条件下、かつ異物噛み込みや潤滑油膜不足による表面起点型損傷が生じ易い条件下で、長い耐久寿命を確保できる転がり軸受部品およびそれを用いた駆動装置およびロール支持装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の転がり軸受部品は、軌道輪および転動体を有する転がり軸受の部品であって、合金元素として質量%で、C（炭素）を0.6%以上1.3%以下、Si（シリコン）を0.3%以上3.0%以下、Ni（ニッケル）を0.1%以上3.0%以下、Mn（マンガン）を1.0%以上2.0%以下、Cr（クロム）を0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、表層の残留オーステナイト量が10体積%以上であることを特徴とする。

【0006】本発明の転がり軸受部品では、上記組成を有しているため、230℃以上350℃以下の温度で焼戻しを行なうことで表層の残留オーステナイト量を10%以上にすることができる。この残留オーステナイトは軟質であるため、異物を噛み込んだときの応力集中を防止する緩衝剤として働く。これにより、異物混入潤滑条件下での応力集中を抑制できるため、高温で異物も混入するような過酷な条件下での転動疲労特性と耐表面損傷性に優れ、耐久寿命に優れかつ信頼性の高い転がり軸受部品を得ることができる。

【0007】表層の残留オーステナイト量を10体積%以上としたのは、10体積%未満では上述した異物を噛み込んだ際の緩衝剤としての効果が十分ではないからで

ある。なお、表層の残留オーステナイト量が20体積%を越えると、高温使用時でのオーステナイトの分解による精度低下の問題が顕著となるため、20体積%以下であることが好ましい。

【0008】以下、本発明の転がり軸受の化学成分の限定理由について説明する。

(1) Cの含有量(0.6%以上1.3%以下)について

Cは転がり軸受として強度を確保するために必須の元素であり、所定の熱処理後の硬さを維持するためには0.6%以上含有する必要があるため、C含有量の下限を0.6%とした。またC含有量が1.3%を越えて含有された場合、大型の炭化物が生成し、転動疲労寿命が低下するため、C含有量の上限を1.3%とした。

【0009】(2) Siの含有量(0.3%以上3.0%以下)について

Si量を0.3%以上3.0%以下含有させたのは、Siは高温にさらされた場合の軟化を抑制し、耐熱性を改善する作用があるためである。0.3%未満ではその効果が得られないため、Si含有量の下限を0.3%とした。また、Si量の増加に伴って耐熱性は向上するが、3.0%を越えて多量に含有させてもその効果は飽和し、かつ、熱間加工性や被削性が著しく低下するので、Si含有量の上限を3.0%とした。

【0010】(3) Niの含有量(0.1%以上3.0%以下)について

Niは、鋼中に固溶してマトリックスを強化するとともに、特に部品が高温下で使用された場合に、転動疲労過程における組織の変化を抑制し、かつ高温域での硬さの低下も抑制する。したがって、Niは高温環境下での転動疲労特性と耐表面損傷性を向上させる効果を有する。これらの効果を得るためには、Niを0.1%以上含有させる必要があるため、Ni含有量の下限を0.1%とした。しかし、3.0%を越えてNiを含有させると、焼入処理時に多量の残留オーステナイトが生成されて、所定の硬さを得られなくなり、また鋼材コストも高価になるので、Ni含有量の上限を3.0%とした。

【0011】(4) Mn含有量(1.0%以上2.0%以下)について

Mnは鋼材の焼入性を改善し、鋼中に固溶して鋼を強靱化する。また、Mnは、Niとともに残留オーステナイトを多くするとともに、高温でオーステナイトを安定にし高温焼戻しを行ってもオーステナイトが残留するようにするため、高靱性化、長寿命化に対しても量が多いほうが有利である。しかし、Mnはフェライトを強化するため、多すぎると旋削性や機械加工性を妨げる。そこで、Mn含有量の下限を1.0%、上限を2.0%とした。

【0012】(5) Cr含有量(0.3%以上5.0%以下)について

Crは炭化物を形成して鋼を強化する。Cr含有量の下限を0.3%としたのは、これらの効果を得るためである。Cr含有量の上限を5.0%に限定したのは、大形の炭化物の生成による脆化を防止するためである。Crもまた、転動寿命特性を向上させることが明らかになっている。

【0013】これらの合金成分の作用で、すべりなどで局部的に大きな温度上昇が生じても、表面の軟化が防止され、耐表面損傷強度が向上するとともに、残留オーステナイトも安定化し、転動寿命にも優れた材質にすることができるが、さらに、以下の量のV(バナジウム)やMo(モリブデン)の添加により一層の特性向上が図れる。

【0014】上記の転がり軸受部品において好ましくは、鋼材に、合金元素として質量%で、0.05%以上1.0%以下のVおよび0.05%以上0.25%未満のMoの少なくともいずれかを添加したことを特徴とする。

【0015】これにより、転動疲労特性と耐表面損傷性をさらに向上させることができる。

(6) V、Mo含有量(0.05%以上1.0%以下、0.05%以上0.25%未満)について

Vを0.05%以上1.0%以下、Moを0.05%以上0.25%未満ずつ単独または複合で含有させたのは、以下の理由による。Vは、炭素と結合して微細な炭化物を析出させ、結晶粒を微細化して強度、靱性を改善するとともに、高温での軟化を抑制する。したがって、上述したNiと同様に、Vは高温環境下での転動疲労特性と耐表面損傷性を向上させる効果を有する。この効果を得るために、V含有量の下限を0.05%とした。上限を1.0%に限定したのは、1.0%を越えてVを多量に含有させると、被削性と熱間加工性が低下するからである。

【0016】Moは、鋼の焼入れ性を改善するとともに、焼戻し脆性を防止し、さらに高温域での軟化も抑制する。したがって、Moも高温環境下での転動疲労特性と耐表面損傷性を向上させる効果を有する。この効果を得るために、Mo含有量の下限を0.05%とした。Mo含有量を0.25%以上にすると被削性が低下し、かつ鋼材コストも上昇するので、上限を0.25%未満に限定した。

【0017】上述した各合金元素の働きにより、高温環境下での使用における寸法変化を防止するため予め高温の焼戻し処理を施されても、表面硬さでロックウェル硬さHRC58以上、および表層部の残留オーステナイト量を10体積%以上を確保することができる。これにより、前記転動寿命(清浄油潤滑寿命、異物混入寿命とも)、ピーリングやスミアリング等の表面損傷発生寿命を向上することができる。

【0018】なお、これらの軸受の表層に浸炭窒化層を

形成した後、この浸炭窒化層の残留オーステナイト量を10体積%以上確保する高温焼戻をすることによって、更に高温仕様の軸受を得ることができる。

【0019】すなわち、浸炭窒化処理で表面層の窒素含有量を高めると、表面層のMs点（マルテンサイト変態開始温度）が低くなり、これを焼き入れすると、表面層に未変態のオーステナイトが多く残留する。残留オーステナイトは、高い靱性と加工硬化特性を有し、亀裂の発生や進展を抑える働きをする。また、Ms点が低下した表面層は、マルテンサイト変態が内部よりも遅れて始まるため、表面層には圧縮の残留応力が形成され、表面層の疲労強度が向上する。窒素が侵入した領域は焼戻抵抗性（焼戻による硬さやミクロ組織の変化に対する安定性）が一層向上する結果、焼戻温度を浸炭窒化なしの場合より高めることができ、更に高温で使用できる仕様にできるとともに、転動寿命やピーリング強度、耐スミアリング特性も一層向上する。

【0020】さらに、浸炭窒化層の残留オーステナイト量を10体積%以上とする高温焼戻を施すことにより、表面層に高い靱性を付与して、亀裂の発生や進展を抑え、耐久寿命とより高温仕様とを備えた軸受にすることができる。

【0021】本発明の駆動装置は、上記の転がり軸受部品を用いたことを特徴とする。これにより、転動寿命、表面損傷発生寿命に優れた駆動装置を得ることができる。

【0022】本発明の抄紙機のロール支持装置は、複列ころ軸受によりハウジングにロールを回転自在に支持する抄紙機のロール支持装置において、複列ころ軸受の部品が、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、表層の残留オーステナイト量が10体積%以上であることを特徴とする。

【0023】本発明の抄紙機のロール支持装置によれば、複列ころ軸受の部品が上記と同様の組成および構成を有するため、焼戻し温度を230℃以上350℃以下として焼戻しを行なうことにより表層の残留オーステナイト量を10体積%以上にすることができる。これにより、転動寿命、およびピーリングやスミアリングなどの表面損傷発生寿命を向上することができる。このため、水を使う環境で使用されることにより軸受内に水が浸入して潤滑油膜が薄くなった場合でも、良好な耐ピーリング特性および耐スミアリング特性を得ることができ長寿命とすることができる。

【0024】上記の抄紙機のロール支持装置において好ましくは、ロールがドライヤロールである。

【0025】これにより水が浸入しやすいドライヤロールにおいても良好な転動寿命および表面損傷発生寿命を

得ることができる。

【0026】上記の抄紙機のロール支持装置において好ましくは、複列ころ軸受が自動調心ころ軸受である。

【0027】この自動調心ころ軸受は、比較的低速、大加重で使用されることが多いため油膜切れを起こしやすく、かつ内部での滑りや接触楕円内での相対滑りが起こり摩耗や表面損傷が出やすい軸受であり、本発明の軸受部品を用いるのに好適である。

【0028】本発明の圧延設備のロール支持装置は、複列ころ軸受によりハウジングにロールを回転自在に支持する圧延設備のロール支持装置において、複列ころ軸受の部品が、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、表層の残留オーステナイト量が10体積%以上であることを特徴とする。

【0029】本発明の圧延設備のロール支持装置によれば、複列ころ軸受の部品が上記と同様の組成および構成を有するため、焼戻し温度を230℃以上350℃以下として焼戻しを行なうことにより表層の残留オーステナイト量を10体積%以上にすることができる。これにより、転動寿命、およびピーリングやスミアリングなどの表面損傷発生寿命を向上することができる。このため、水を使う環境で使用されることにより軸受内に水が浸入して潤滑油膜が薄くなった場合でも、良好な耐ピーリング特性および耐スミアリング特性を得ることができ、長寿命とすることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図に基づいて説明する。

【0031】図1は、本発明の一実施の形態における転がり軸受の構成を概略的に示す断面図である。図1を参照して、転がり軸受5は、内輪1と、外輪2と、転動体3とを主に有している。転動体3は、内輪1と外輪2との間に転動可能に支持されている。

【0032】これらの内輪1、外輪2および転動体3の少なくとも1つの転がり軸受5の部品は、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、焼戻し温度を230℃以上350℃以下として焼戻しを行なったときに表層に10体積%以上の残留オーステナイトを有する。

【0033】また、内輪1、外輪2および転動体3の少なくとも1つは、鋼材に、さらに合金元素として質量%で、0.05%以上1.0%以下のVおよび0.05%以上0.25%未満のMoの少なくともいずれかを添加されていることが好ましい。

【0034】HRC58未満では、大きな加重がかかる用途では寿命低下や組成変形による精度劣化が起きやすい。しかし、本実施の形態における内輪1、外輪2および転動体3の少なくとも1つは、上記組成および処理により表面硬さでロックウェル硬さHRC58以上を有しているため、このような寿命低下や精度劣化を生じ難い。

【0035】また、本実施の形態の転がり軸受5は、たとえば図2に示すマニュアル式のトランスミッション10のように歯車で駆動する装置（以下、駆動装置と称する）などに用いられても良い。

【0036】図2を参照して、本実施の形態の転がり軸受5は、インプットシャフト11、アウトプットシャフト12、パイロットシャフト13およびカウンターシャフト14の支持に用いられている。

【0037】なお、この転がり軸受5は、円筒ころ軸受、針状ころ軸受または円錐ころ軸受のいずれであっても良い。また、駆動装置は上記のトランスミッションに限定されず減速機などであっても良く、異物が混入しやすく使用雰囲気温度も高くかつ潤滑条件も厳しい用途に用いられるものであれば本実施の形態の転がり軸受の採用に好適である。

【0038】また、本実施の形態の転がり軸受は、抄紙機のロール支持装置における複列ころ軸受や、圧延設備のロール支持装置における複列ころ軸受などに適用することもできる。以下、それらの複列ころ軸受に適用した場合について説明する。

【0039】図3は、本発明の一実施の形態における転がり軸受を複列ころ軸受に適用した場合の4段熱間圧延機の構造モデルを例示する図である。図3を参照して、この4段熱間圧延機はたとえば、ホットストリップミルの仕上げストランドを形成するもので（熱間圧延ラインに沿って複数台設置される）、ワークWの圧延を直径の比較的小さな1対のワークロール21によって行ない、その上下に直径の比較的大きなバックアップロール22を配設して、ワークロール21の圧延加重Fwによる撓みを防止する構造を有している。バックアップロール22には油圧装置などの加圧装置23によって押圧力Frが与えられる。また上下のワークロール21間に油圧装置などの加圧装置24が介装されており、この加圧装置24によって押圧力が与えられる。この押圧力によってワークロール21に曲げ変形を与えることでワークロール21、ワークWの幅方向の肉厚制御が行なわれる。各ロール21、22の軸端部21a、22aはそれぞれ複列ころ軸受25、26でハウジング27、28に対して回転自在に支持され、ハウジング27、28はそれぞれロールスタンドSに支持される。

【0040】この実施形態では、ワークロール21の軸端部21aを支持する複列ころ軸受25として4列円すいころ軸受が使用され、バックアップロール22の軸端

部22aを支持する複列ころ軸受26として4列円筒ころ軸受が使用されている。また、バックアップロール22に作用する比較的小さなアキシャル加重を支持するため、一方の軸端部22aの4列円筒ころ軸受26の側方に円すい角の比較的大きな2列円すいころ軸受29が配置されている。

【0041】上記の複列ころ軸受25、26や2列円すいころ軸受29のころなどの部品は、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、焼戻し温度を230℃以上350℃以下として焼戻しを行なうことで表層に10%以上の残留オーステナイトを有している。

【0042】図4および図5は、本発明の一実施の形態における転がり軸受を複列ころ軸受に適用した場合の抄紙機のドライヤロールの構成を示す断面図および軸受部を拡大して示す部分断面図である。

【0043】図4を参照して、ドライヤロールは、円筒状のロール胴部31と、ロール胴部31の両端を密封する鏡板32を有する1対のロールネック部33、34よりなり、各ロールネック部33、34が複列の自動調心ころ軸受35で回転自在に支持されている。このロール胴部31の中心には、ドライヤロールを内部加熱するための蒸気導入管36が、一方のロールネック部33を通して配管されている。蒸気導入管には多数の孔37が設けられ、これらの孔37から噴出してロール胴部31を加熱した蒸気が凝縮した水は、汲上げ車38で汲上げられ、ロールネック部33に通された排水管39で外部に排出される。

【0044】図5を参照して、自動調心ころ軸受35は、外周面に複列の軌道40を有する内輪41と、内周面に球面軌道42を有する外輪43と、内輪41と外輪43との間で保持器45により転動自在に保持された複列の樽型のころ44とを有している。外輪43はハウジング46の内周面に嵌合され、内輪41は、その内周側がテーパ孔とされ、かつロールネック部33にテーパスリーブ47を介して嵌合されている。このテーパスリーブ47はナット48で軸方向を固定している。ロールネック部34側の軸受部も同様の構成になっている。

【0045】この自動調心ころ軸受35の内輪41、外輪43、ころ44などの部品は、合金元素として質量%で、Cを0.6%以上1.3%以下、Siを0.3%以上3.0%以下、Niを0.1%以上3.0%以下、Mnを1.0%以上2.0%以下、Crを0.3%以上5.0%以下で少なくとも含有する鋼材よりなり、焼戻し温度を230℃以上350℃以下として焼戻しを行なうことで表層に10体積%以上の残留オーステナイトを有している。

【0046】

【実施例】以下に実施例および比較例について説明する。

(実施例1～9) 表1に示す7種類の化学成分を有する鋼を素材として、後述の焼入れ焼戻し処理を施した転動寿命、ピーリング、スミアリング強度評価用試験片(表

1中の実施例1～6および9)を用意した。また、実施例1および3に示した鋼材に浸炭窒化処理を施した試験片(表1中の実施例7および8)も用意した。

【0047】

【表1】

サンプル	化学成分(質量%)							浸炭窒化
	C	Si	Mn	Cr	Ni	V	Mo	
実施例1	1.2	1.0	1.5	1.5	0.8		0.2	なし
実施例2	0.8	0.5	1.7	1.4	1.5	0.8		
実施例3	1.2	1.2	1.1	2.5	2.5			
実施例4	1.1	1.5	1.1	1.2	1.5			
実施例5	1.2	1.0	1.4	1.6	0.8	0.9		
実施例6	1.1	1.0	1.4	1.5	1.2		0.2	
実施例7	1.2	1.0	1.5	1.5	0.8		0.2	あり
実施例8	1.2	1.2	1.1	2.5	2.5			
実施例9	1.2	1.0	1.3	1.5	0.8	1.2		なし
比較例1	1.0	0.2	0.5	1.5				なし
比較例2	1.0	0.5	1.0	1.0				
比較例3	1.0	1.0	0.5	1.5				
比較例4	1.0	1.0	0.5	2.0			0.5	
比較例5	1.0	0.2	0.5	1.5				あり
比較例6	1.0	1.0	0.5	1.5				
比較例7	1.0	1.0	0.5	2.0			0.5	
比較例8	0.5	1.0	1.5	1.5	0.8			なし
比較例9	1.4	1.0	1.5	1.5	2.3			
比較例10	1.0	0.8	1.1	0.9	3.5			
比較例11	1.1	0.9	1.3	0.2	0.5			
比較例12	1.0	1.0	1.3	5.5	0.8			

【0048】浸炭窒化しない試験片は、800℃～850℃に加熱した後に油中へ焼入れし、表面硬度がHRC58以上でかつ表層の残留オーステナイト量が10体積%以上となるように焼戻ししたものである。一部の実施例では、焼入れ前の加熱をアンモニアガスが添加された浸炭性雰囲気中で行い、浸炭窒化処理も施した。浸炭窒化処理を施したもののについても、表層の残留オーステナイト量を10体積%以上確保する焼戻しをおこなった。

(比較例1～12) 高炭素クロム軸受鋼SUJ2、SUJ3および本願の化学成分範囲を外れる2種類の化学成分を有する鋼を焼入れ焼戻し処理した試験片(表1中の比較例1～4)を用意した。また、比較例1～4に示したSUJ2を含む一部の鋼材に浸炭窒化処理を施した試験片(表1中の比較例5～7)も用意した。さらに本願

の化学成分組成を外れる5種類の化学成分を有する鋼を焼入れ焼戻し処理した試験片(表1中の比較例8～12)も用意した。

【0049】上記実施例および比較例の試験片サンプルについて、転動寿命試験(高面圧条件および高温+異物混入条件)、ピーリング試験、スミアリング試験を実施した。

【0050】各試験の概要と結果は以下の通りである。

(1) 高面圧の転動寿命試験

転動寿命試験は、高面圧、高負荷速度の条件で、加速的にサンプルを疲労させて評価した。以下の試験条件で試験を行った。この試験では、サンプル数Nを10とし、疲労強度をL10寿命(サンプルの90%が破損しないで使える負荷回数)で評価した。

【0051】

- ・試験片寸法 : 外径12mm、長さ22mm
- ・相手鋼球寸法 : 直径19.05mm
- ・接触応力 P_{max} : 5.88GPa

・負荷速度 : 46240回/分
試験結果を表2に示す。

【0052】

【表2】

サンプル	浸炭窒化	焼戻し温度 (℃)	残留 オーステナイト (%)	転動疲労試験 L10寿命 (回×10 ⁴)	異物混入試験 L10寿命 (時間)	高温(200℃) 転動寿命比	ピーリング 発生面積率 (%)	スミアリング 発生速度比 (-)
実施例1	なし	300	13.2	72900	50	2.1	1.3	1.4
実施例2	なし	300	17.3	70300	69	2.5	2.2	1.5
実施例3	なし	300	16.0	79900	62	2.8	1.4	1.4
実施例4	なし	300	11.1	83000	60	2.4	1.2	1.4
実施例5	なし	300	12.3	81500	75	2.6	1.9	1.4
実施例6	なし	300	14.0	73300	77	2.5	1.2	1.4
実施例7	あり	350	14.7	88200	98	2.9	1.0	1.6
実施例8	あり	350	11.5	83600	102	2.7	1.0	1.6
実施例9	なし	300	13.1	88600	60	2.7	2.5	1.5
比較例1	なし	180	7.8	7800	25	1.0	8.0	1.0
		300	0.0	3200	9	0.5	16.5	0.7
比較例2	なし	180	9.5	15300	28	1.5	5.9	1.1
		300	0.0	12300	22	0.6	3.7	0.8
比較例3	なし	180	10.2	11200	45	1.1	8.2	1.1
		300	2.0	7400	15	0.7	12.5	0.8
比較例4	なし	180	8.0	10600	38	1.0	4.6	1.1
比較例5	あり	180	25.5	12300	48	1.7	5.5	1.1
比較例6	あり	180	27.2	17600	55	1.9	4.5	1.2
比較例7	あり	180	20.7	15900	62	2.2	3.2	1.2
比較例8	なし	300	7.5	23800	15	1.3	9.1	1.0
比較例9	なし	300	12.5	79800	39	3.0	13.0	1.5
比較例10	なし	300	18.0	62300	51	2.8	3.5	1.3
比較例11	なし	300	11.1	43800	20	1.3	13.0	1.0
比較例12	なし	300	12.9	57200	18	2.7	19.0	1.5

【0053】比較例は通常の180℃で焼戻したものと、実施例と同じ最高300℃までの焼戻しを行なったものである。表2の結果より、比較例の300℃焼戻し品では著しく寿命が低下することがわかる。一方、実施例では300℃で焼戻したもののでも、180℃で焼戻し

た比較例1～4や、浸炭窒化処理後に180℃で焼戻して残留オーステナイトを20%以上にした比較例5～7よりも寿命が長い。浸炭窒化処理し、10%以上の残留オーステナイトを確保した実施例7および8は350℃の焼戻しにかかわらず、さらに長寿命になる傾向があ

る。比較例9は実施例と同等の長寿命を示すが、高炭素材であり、大きな炭化物が数多く析出するため、加工性および後述の異物混入寿命およびピーリング寿命に難がある。本願の組成範囲よりも低炭素側に外れる比較例8は短寿命である。

(2) 高温での異物混入試験

厚肉平板の試験片により下記の条件で異物混入寿命を調べた。

【0054】

- ・平板 : 外径 ϕ 52、肉厚 t 25 (mm)
- ・相手 : 1/4セラミック球(3個)
- ・接触面圧: 6.5 GPa
- ・回転速度: 2000 rpm (負荷速度で3000 rpm)
- ・潤滑 : Si油系耐熱油、油浴、25 cc
- ・異物 : 硬度HV800、サイズ30~50 μ m、量0.01 g
- ・温度 : 200℃

試験結果を表2に併せて示す。

【0055】表2の高温転動寿命比の結果はSUJ2標準品の寿命に対する比率で表わしている。この結果より、比較例は高温で強度が低下し、また残留オーステナイトがなくなるため異物に対する靱性がなくなり短寿命であることがわかる。また、比較例に浸炭窒化処理を施した場合は寿命は延びているが、これは180℃焼戻を施したものであり、高温では寸法変化が大きくなるのでこの仕様は使えない。実施例はいずれも比較例の2倍以上の長寿命である。特に残留オーステナイト量が多いもの(実施例2および3)は長寿命になっている。

【0056】実施例の浸炭窒化品は高温焼戻しにかかわらず比較例の3倍近い寿命を示している。

【0057】比較例9、10、12は長寿命を示しているが、これは高C、高Ni、高Crの影響である。これらはコストの上昇、加工性の悪化を招き、特に高C、高Cr鋼は後述のピーリング強度に難がある。

(3) 軸受での異物混入試験

下記の円錐ころ軸受30206を用い、下記の条件で異物混入寿命を調べた。

【0058】

- ・軸受 : 30206、内径 ϕ 30、外径 ϕ 62、組立幅17.25
- ・荷重 : 17.64 kN
- ・回転数: 2000 rpm
- ・潤滑 : タービン油、油浴給油、油量、約25 cc
- ・異物 : 硬度HV800、サイズ100~180 μ m、量0.4 g/L
- ・温度 : 60℃

試験結果を表2中に併せて示す。

【0059】表2の結果より、実施例のものは比較例1(SUJ2)に比べて3倍以上の寿命を有することがわ

かる。また、比較例の中でも高Cと高Niの比較例9、10は長寿命であるが、これらは加工性に難がある。

【0060】なお、本実験では円錐ころ軸受を用いているが、玉軸受や円筒ころ軸受についても同様の効果が見られることは容易に推定される。

(4) ピーリング試験

ピーリング試験は、円筒部に緩やかな曲率を有するリング状の試験片を駆動軸とし、この駆動軸に平行な従動軸を取り付け、両試験片の円筒面を互いに押し当てて転動させるものである。各試験片の寸法は、直径40 mm、高さ12 mm、円筒部の副曲率半径60 mmとされ、駆動軸側試験片の円筒面は $R_{max} 3 \mu$ mの粗さに研削仕上げ、従動軸側試験片の円筒面は鏡面仕上げとされる。ピーリング強度は、試験終了時の従動軸側試験片円筒面のピーリング発生面積率で評価される。以下の試験条件でこのピーリング試験を行った。

【0061】なお、駆動軸側および従動軸側の両試験片は、同種のサンプルのものをペアとして用いた。

【0062】

- ・試験片の最大表面粗さ: 3.0 μ m (駆動軸側)、0.2 μ m (従動軸側)
- ・接触面圧 P_{max} : 2.3 GPa
- ・潤滑油 : タービン油VG46
- ・駆動軸回転速度 : 2000 rpm
- ・総回転数 : 4.8×10^5 回

試験結果を表2中に併せて示す。

【0063】表2の結果より、実施例の試験片は、いずれもピーリング発生面積率が2%台もしくはそれ以下であり、優れたピーリング強度を示すことがわかる。一方、比較例の各試験片は、標準熱処理品では実施例の3倍以上の大きなピーリング発生面積率になっている。比較例のものも浸炭窒化によりピーリング強度は向上しているが、実施例の浸炭窒化なしのものには及ばない。また、比較例9、12では高C、高Crの影響で大きな炭化物が出易いため、これらが応力集中源になり、ピーリングのような局所的な微小亀裂の発生に対してはむしろ強度が低下している。

【0064】なお、実施例9では高Vの影響で大きな炭化物が出易いためピーリング発生面積率が少し高くなる。

(5) スミアリング試験

スミアリング試験は、ピーリング試験と同じ装置を用いて、ピーリング試験と同一形状の2つのリング状試験片を同様に転動させるものである。この試験の場合には、従動軸は一定速度で回転駆動され、駆動軸は従動軸と等速回転から徐々に増速される点がピーリング試験と異なる。また、従動軸側試験片の円筒面が駆動軸側試験片と同じ表面粗さ $R_{max} 3 \mu$ mに仕上げられる点もピーリング試験と異なる。スミアリング強度は、試験片の円筒面にスミアリングが発生した時点の駆動軸と従動軸の速

度比で評価される。以下の試験条件でスミアリング試験を行った。なお、この試験においても、摺動されるペアの試験片は同種のサンプルのものとした。

【0065】

- ・試験片の最大表面粗さ：3.0 μm
- ・接触面圧 P_{max} ：2.1 GPa
- ・潤滑油：タービン油VG46
- ・駆動軸回転速度：200 rpmから100 rpmずつ増速
- ・従動軸回転速度：200 rpm一定

試験結果を表2に併せて示す。

【0066】表2の結果より、実施例の試験片は、比較例1に対して、いずれも1.3倍以上の大きな速度比までスミアリングが発生しないことがわかる。一方、比較例の各試験片は、高温焼戻すると実施例の70%程度の速度差でスミアリングが発生している。また、比較例に浸炭窒化すると若干耐スミアリング強度は向上するが、それでも実施例には及ばない。

【0067】以上の各試験結果より、実施例の各試験片は、ピーリングやスミアリングが生じ難く、かつ優れた転動疲労特性を示し、表面損傷が生じ易いすべりや接線力を伴う転動部品、潤滑油が不足する用途に適した性能を有することがわかる。

【0068】今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0069】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、高温条件下かつ異物噛込みや潤滑不足による表面起点型損傷が生じ易い条件下で用いられる転がり軸受において、長寿命を確保し、トランスミッション、減速機、抄紙機、圧延機などの機械要素の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態における転がり軸受の構成を示す概略断面図である。

【図2】 本発明の一実施の形態における転がり軸受をマニュアル式のトランスミッションに適用した構成を示す概略断面図である。

【図3】 本発明の一実施の形態における転がり軸受を複列ころ軸受に適用した場合の4段熱間圧延機の構造モデルを例示する図である。

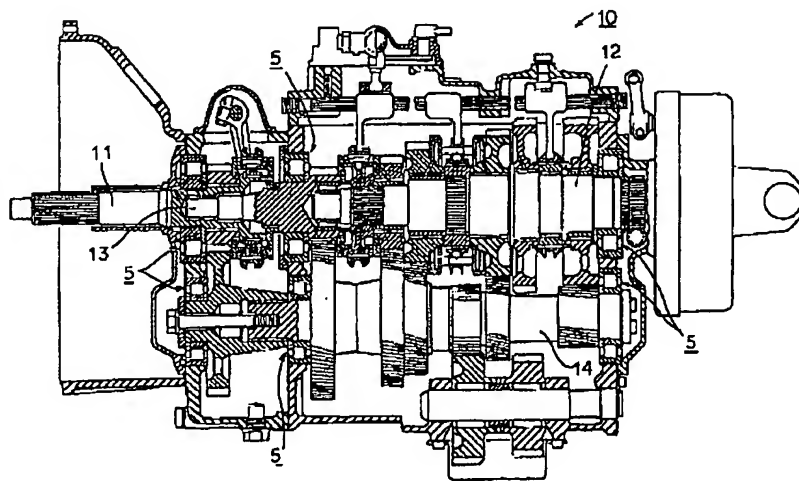
【図4】 本発明の一実施の形態における転がり軸受を複列ころ軸受に適用した場合の抄紙機のドライヤロールの構成を示す断面図である。

【図5】 図4の軸受部を拡大して示す部分断面図である。

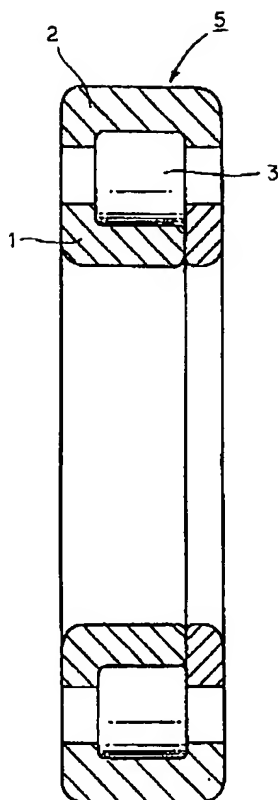
【符号の説明】

1, 41 内輪、2, 43 外輪、3 転動体、5 転がり軸受、10 トランスミッション、11 インプットシャフト、12 アウトプットシャフト、13 パイロットシャフト、14 カウンターシャフト、21 ワークロール、22 バックアップロール、21a, 21b 軸端部、25, 26, 29, 35 複列ころ軸受、31 ロール胴部、33, 34 ロールネック部、44 ころ。

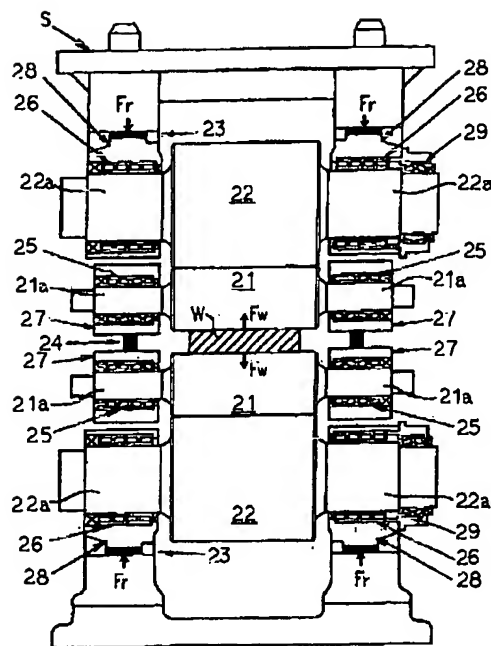
【図2】



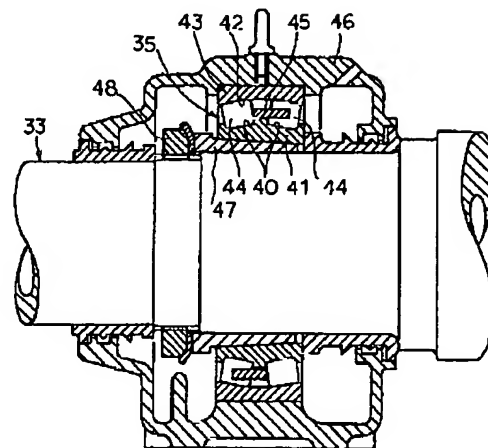
【図1】



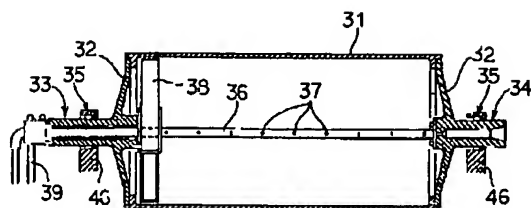
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

F 1 6 C 13/02
19/28
19/38
33/34
33/62

識別記号

F I

F 1 6 C 13/02
19/28
19/38
33/34
33/62

(参考)

F ターム(参考) 3J101 AA13 AA15 AA16 AA32 AA43
AA44 AA52 AA54 AA62 BA70
EA02 FA31 GA36 GA60
3J103 AA02 AA13 AA41 BA09 DA05
DA07 FA14 GA17 GA55 HA08
HA32
4L055 CF01 CG14 EA29 EA32 FA19
FA30

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.